

中华医学会系列杂志

ISSN 1007-5232

CN 32-1463/R

中华消化内镜杂志®

ZHONGHUA XIAOHUA NEIJING ZAZHI

2023年2月 第40卷 第2期

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

Volume 40 Number 2
February 2023



中华医学会

CHINESE
MEDICAL
ASSOCIATION

ISSN 1007-5232



FUJIFILM

清晰诊疗 健康相伴

广告

New Generation Endoscope System

NEW

ELUXEO 7000

新一代内窥镜系统



LCI: 联动成像技术
BLI: 蓝光成像技术

新定义
新选择

NEW DEFINITION NEW CHOICE



沪械广审(文)第231206-44262号

富士胶片株式会社

FUJIFILM Corporation

东京都港区西麻布二丁目26番30号

富士胶片(中国)投资有限公司

FUJIFILM (China) Investment Co., Ltd.

上海市浦东新区平家桥路100弄6号晶耀前滩T7, 6楼

Tel: 021-5010 6000 Fax: 021-5010 6700

⚠ 禁忌内容或注意事项详见说明书。

ELUXEO7000为VP-7000与BL-7000的统称

VP-7000: 电子图像处理器 国械注进 20172062462

BL-7000: 医用内窥镜用冷光源 国械注进20182060487

商标 FUJIFILM 和产品标识均为日本富士胶片株式会社持有。

中华消化内镜杂志[®]

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

月刊 1996年8月改刊 第40卷 第2期 2023年2月20日出版



微信: xhnxw



新浪微博

主 管

中国科学技术协会

主 办

中华医学会
100710, 北京市东四西大街42号

编 辑

中华消化内镜杂志编辑委员会
210003, 南京市紫竹林3号
电话: (025)83472831, 83478997
传真: (025)83472821
Email: xhnxj@xhnxj.com
http://www.zhdxhnxjzz.com
http://www.medjournals.cn

总编辑

张澍田

编辑部主任

唐涌进

出 版

《中华医学杂志》社有限责任公司
100710, 北京市东四西大街42号
电话(传真): (010)51322059
Email: office@cmaph.org

广告发布登记号

广登32010000093号

印 刷

江苏省地质测绘院

发 行

范围: 公开
国内: 南京报刊发行局
国外: 中国国际图书贸易集团
有限公司
(北京399信箱, 100044)
代号 M4676

订 购

全国各地邮政局
邮发代号 28-105

邮 购

中华消化内镜杂志编辑部
210003, 南京市紫竹林3号
电话: (025)83472831
Email: xhnxj@xhnxj.com

定 价

每期25.00元, 全年300.00元

中国标准连续出版物号

ISSN 1007-5232

CN 32-1463/R

2023年版版权归中华医学会所有

未经授权, 不得转载、摘编本刊
文章, 不得使用本刊的版式设计

除非特别声明, 本刊刊出的所有
文章不代表中华医学会和本刊
编委会的观点

本刊如有印装质量问题, 请向本刊
编辑部调换

目 次

共识与指南

- 老年人经皮内镜下胃造瘘术中国专家共识(2022版) 85
中华医学会消化内镜学分会老年内镜协作组
北京医学会消化内镜学分会

菁英论坛

- 推广肠癌筛查 加强肠镜质控 捍卫肠道健康 94
赵胜兵 隋向宇 贺子轩 王树玲 方雪 宋依航 潘鹏
李兆申 柏愚

论 著

- 经口内镜下肌切开术治疗60岁以上患者原发性贲门失弛缓症的
单中心研究 98
赵鑫 柴宁莉 吴庆珍 杜润香 叶璐 李笑 李惠凯 翟亚奇
令狐恩强
止血夹预防早期胃癌内镜黏膜下剥离术后迟发性出血的
疗效分析 104
王佳旭 武珊珊 吕富靖 李鹏 张澍田 孙秀静
基于深度学习的幽门螺杆菌人工智能辅助诊断系统研究 109
张梦娇 吴练练 邢达奇 董泽华 朱益洁 胡珊 于红刚
基于超声内镜下胃小间质瘤特征表现的诊断预测列线图
模型建立 115
章雁 陈晔 孙会会 陈莹 熊杰 许树长
结肠镜和小肠镜辅助下经内镜逆行胰胆管造影术在Roux-en-Y
吻合术后患者中的应用比较(含视频) 121
赵雷雷 金杭斌 杨建锋 顾伟刚 张筱凤
改良抗反流黏膜切除术治疗难治性胃食管反流病伴中度食管
裂孔疝的可行性研究 126
陈磊 朱振 王璐 朱海杭 倪修凡 高苏俊
结直肠内镜黏膜下剥离术中出血的危险因素分析 131
杨蓉蓉 张明远 张健 王奕平 何战鹏 张鑫辰 贾冠华
王冬妮 王雅丽
白光内镜与窄带光成像内镜对缓解期溃疡性结肠炎组织学愈合
预测价值的比较 140
贺涛 朱玲玉 潘鹏 李蕾 王秋野 邱世琳 张丽艳 高慧
宋连强 孙善明

PENTAX
MEDICAL



阔“视”界 大有可为

ELISU10

超声电子上消化道内窥镜：国械注进 20213060225
超声电子上消化道内窥镜：国械注进 20213060226
超声电子上消化道内窥镜：国械注进 20213060227
沪械广审（文）第 260623-25522 号
生产商：豪雅株式会社
生产商地址：东京都新宿区西新宿六丁目 10 番 1 号
禁忌内容或注意事项详见说明书

广告

病例报道

- 内镜下全层切除术联合新辅助放化疗治疗局部进展期低位直肠癌 1 例(含视频) 146
杜嫣妮 李冰 贺东黎 周平红 钟芸诗
- 十二指肠乳头旁憩室内 Dieulafoy 病变合并出血 1 例(含视频) 148
彭海玲 梁成柏 谭玉勇 刘德良
- 内镜诊疗致结肠黏膜假性脂肪瘤病 1 例 150
刘金哲 任渝棠 郭晓娟 蒋绚 姜泊

综 述

- 圈套器冷切除术在结直肠息肉内镜治疗中的应用进展 152
王若蕙 冉桃菁 周春华 张玲 王东 邹多武
- 胆管内射频消融术治疗恶性胆管狭窄的研究进展 156
秦文昊 夏明星 胡冰
- 消化内镜切除技术中黏膜下注射液的研究进展 160
王永茂 史学文 张家杰
- 结肠镜进镜时间影响因素及其与腺瘤检出关系的研究现状 165
陈翔瑾 朱先兰 纪璘 杨成 占强

读者·作者·编者

- 《中华消化内镜杂志》对来稿中统计学处理的有关要求 108
- 《中华消化内镜杂志》2023 年征订启事 114
- 《中华消化内镜杂志》2023 年可直接使用英文缩写的常用词汇 125

- 插页目次 120

本刊稿约见第 40 卷第 1 期第 82 页

本期责任编辑 周昊

本刊编辑部工作人员联系方式

唐涌进, Email: tang@xhnj.com

周 昊, Email: zhou@xhnj.com

顾文景, Email: gwj@xhnj.com

本刊投稿方式

登录《中华消化内镜杂志》官方网站 <http://www.zhxxhnjzz.com> 进行在线投稿。

朱 悦, Email: zhuyue@xhnj.com

钱 程, Email: qian@xhnj.com

许文立, Email: xwl@xhnj.com



唐涌进



周 昊



顾文景



朱 悦



钱 程



许文立

(扫码添加编辑企业微信)

爱尔博新一代电外科旗舰产品 高频手术系统 水刀



优势

- ※ 超大10.4寸彩色触摸屏
- ※ stepGUIDE引导设置，操作简便
- ※ 19种电切/凝模式
- ※ 支持无线通信，WLAN功能
- ※ 通用插座接口，支持更广泛的器械连接
- ※ 多处理器技术，支持2500万次/秒数据处理

黏膜隆起ESD剥离

一次性使用高频及水刀用手柄 Hybridknife (海博刀)



黏膜病变隆起APC消融

水隔离氩气消融导管 HybridAPC (海博APC)



模块化设计理念：
高频手术设备 VIO 3
氩气控制器 APC 3
水刀 ERBEJET 2

禁忌症或注意事项详见说明书

生产企业: Erbe Elektromedizin GmbH 德国爱尔博电子医疗仪器公司

产品注册证号及名称:

- [1] 国械注进 20193010023 (高频手术系统)
 - [2] 国械注进 20173216803 (水刀)
 - [3] 国械注进 20173252475 (水隔离氩气消融导管)
 - [4] 国械注进 20173256650 (一次性使用高频及水刀用手柄)
- 沪械广审(文)第220911-08103号

爱尔博(上海)医疗器械有限公司

地址: 上海市延安西路2201号上海国际贸易中心3002室 邮编: 200336

电话: 021-62758440

传真: 021-62758874

邮箱: info@erbechina.com

技术服务热线: 400-108-1851

·论著·

基于深度学习的幽门螺杆菌人工智能辅助诊断系统研究

张梦娇¹ 吴练练¹ 邢达奇² 董泽华¹ 朱益洁¹ 胡珊² 于红刚¹¹武汉大学人民医院消化内科 消化系统疾病湖北省重点实验室 湖北省消化疾病微创诊治医学临床研究中心, 武汉 430060; ²武汉楚精灵医疗科技有限公司, 武汉 430000

通信作者: 于红刚, Email: yuhonggang@whu.edu.cn

【摘要】 目的 构建一套内镜下识别幽门螺杆菌(*Helicobacter Pylori*, HP)感染多重特征的人工智能辅助诊断系统,并评估其在真实临床病例中的表现。**方法** 回顾性收集2020年1月—2021年3月在武汉大学人民医院消化内镜中心同时间段行¹³C呼气试验和胃镜检查的1 033例受检者资料,¹³C呼气试验阳性(定义为HP感染)为病例组(485例),¹³C呼气试验阴性为对照组(548例)。将提示HP阳性和HP阴性的各类黏膜特征胃镜图像,以及以案例为单位的HP阳性和HP阴性病例胃镜图像以8:1:1的比例随机分配到训练集、验证集和测试集,基于卷积神经网络(convolutional neural network, CNN)和长短期记忆网络(long short-term memory network, LSTM)开发一套识别HP感染的人工智能辅助诊断系统,其中,CNN可识别并提取每例患者内镜图像中的黏膜特征,生成特征向量,然后LSTM接收特征向量,综合判断HP感染状态。以灵敏度、特异度、准确率和受试者工作特征曲线下面积评估系统的诊断性能。**结果** 该系统对结节样改变、萎缩、肠上皮化生、黄斑瘤、弥漫性发红+点状发红、黏膜肿胀+皱襞肿大蛇形+黏液白浊和HP阴性特征的诊断准确率分别为87.5%(14/16)、74.1%(83/112)、90.0%(45/50)、88.0%(22/25)、63.3%(38/60)、80.1%(238/297)和85.7%(36/42)。其综合判断患者HP感染的灵敏度、特异度、准确率和受试者工作特征曲线下面积分别为89.6%(43/48)、61.8%(34/55)、74.8%(77/103)和0.757,其诊断准确率与内镜医师白光下诊断HP感染的准确率相当(74.8%比72.1%, $\chi^2=0.246$, $P=0.620$)。**结论** 本研究开发的系统在评估HP感染方面具有较好的诊断性能,可用于辅助内镜医师判断HP感染状态。

【关键词】 幽门螺杆菌; 内窥镜检查; 人工智能; 黏膜表现**基金项目:** 国家自然科学基金(81672387);湖北省消化疾病微创诊治医学临床研究中心项目(2018BCC337);湖北省重大科技创新项目(2018-916-000-008)

Artificial intelligence-assisted diagnosis system of *Helicobacter pylori* infection based on deep learning

Zhang Mengjiao¹, Wu Lianlian¹, Xing Daqi², Dong Zehua¹, Zhu Yijie¹, Hu Shan², Yu Honggang¹¹Department of Gastroenterology, Renmin Hospital of Wuhan University; Hubei Key Laboratory of Digestive Diseases; Hubei Clinical Research Center for Minimally Invasive Diagnosis and Treatment of Digestive Diseases, Wuhan 430060, China; ²Wuhan EndoAngel Medical Technology Co., Ltd., Wuhan 430000, China
Corresponding author: Yu Honggang, Email: yuhonggang@whu.edu.cn

【Abstract】 Objective To construct an artificial intelligence-assisted diagnosis system to recognize the characteristics of *Helicobacter pylori* (HP) infection under endoscopy, and evaluate its performance in real clinical cases. **Methods** A total of 1 033 cases who underwent ¹³C-urea breath test and gastroscopy in the Digestive Endoscopy Center of Renmin Hospital of Wuhan University from January 2020

DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20211021-00473

收稿日期 2021-10-21 本文编辑 朱悦

引用本文: 张梦娇, 吴练练, 邢达奇, 等. 基于深度学习的幽门螺杆菌人工智能辅助诊断系统研究[J]. 中华消化内镜杂志, 2023, 40(2): 109-114. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20211021-00473.



to March 2021 were collected retrospectively. Patients with positive results of ^{13}C -urea breath test (which were defined as *HP* infection) were assigned to the case group ($n=485$), and those with negative results to the control group ($n=548$). Gastroscopic images of various mucosal features indicating *HP* positive and negative, as well as the gastroscopic images of *HP* positive and negative cases were randomly assigned to the training set, validation set and test set with at 8:1:1. An artificial intelligence-assisted diagnosis system for identifying *HP* infection was developed based on convolutional neural network (CNN) and long short-term memory network (LSTM). In the system, CNN can identify and extract mucosal features of endoscopic images of each patient, generate feature vectors, and then LSTM receives feature vectors to comprehensively judge *HP* infection status. The diagnostic performance of the system was evaluated by sensitivity, specificity, accuracy and area under receiver operating characteristic curve (AUC). **Results** The diagnostic accuracy of this system for nodularity, atrophy, intestinal metaplasia, xanthoma, diffuse redness + spotty redness, mucosal swelling + enlarged fold + sticky mucus and *HP* negative features was 87.5% (14/16), 74.1% (83/112), 90.0% (45/50), 88.0% (22/25), 63.3% (38/60), 80.1% (238/297) and 85.7% (36/42), respectively. The sensitivity, specificity, accuracy and AUC of the system for predicting *HP* infection was 89.6% (43/48), 61.8% (34/55), 74.8% (77/103), and 0.757, respectively. The diagnostic accuracy of the system was equivalent to that of endoscopist in diagnosing *HP* infection under white light (74.8% VS 72.1%, $\chi^2=0.246$, $P=0.620$). **Conclusion** The system developed in this study shows noteworthy ability in evaluating *HP* status, and can be used to assist endoscopists to diagnose *HP* infection.

[Key words] *Helicobacter pylori*; Endoscopy; Artificial intelligence; Mucosal performance

Fund program: National Natural Science Foundation of China (81672387); Project of Hubei Clinical Research Center for Digestive Disease Minimally Invasive Incision (2018BCC337); Hubei Major Science and Technology Innovation Project (2018-916-000-008)

幽门螺杆菌(*Helicobacter pylori*, *HP*)感染是全球相当普遍的传染病之一,据估计 *HP* 感染人数占全球人口的 40%~50%^[1-2]。*HP* 感染被认为是胃癌的主要原因,研究表明大约 89% 的胃癌可归因于 *HP* 感染^[3-4],而根除 *HP* 治疗可明显降低胃癌的风险^[3,5]。因此,及早发现并根除 *HP* 对于预防胃癌的发生至关重要。内镜下胃癌早期胃黏膜通常只表现出细微的变化,而 *HP* 感染引起的黏膜充血、水肿、肠上皮化生等特征使病变的表面及边缘更难以观察^[6-7],因此 *HP* 感染的识别对于早期胃癌的发现和诊断策略至关重要。然而,在我国大多数人群内镜检查前并未进行 *HP* 筛查,因此寻找一种内镜下识别 *HP* 感染的方法有重要意义。

HP 感染的内镜下特征通常无特异性,而且分布在多个病灶中,不易于识别。日本胃肠内镜学会于 2014 年提出《京都胃炎分类》,分析总结了不同 *HP* 感染状态的内镜下特征,使得白光内镜下诊断 *HP* 感染并评估胃癌风险成为可能^[8]。Zhao 等^[9]进一步证实了《京都胃炎分类》在中国人群中可用于判断 *HP* 感染状态。然而,内镜医师判断黏膜特征的主观性强,且单一特征诊断 *HP* 感染状态的精度较低。

随着技术的发展,越来越多的研究强调了人工智能在胃肠道内镜检查中的应用^[10]。本研究团队前期利用人工智能辅助发现早期胃癌^[11],区分胃良恶性溃疡^[12],检测结直肠息肉及实现胃肠镜检查的

质量监控^[13-14]。基于此,本项目组进一步开发新的计算机辅助决策支持系统,区分不同 *HP* 感染状态下的黏膜特征,并基于识别的黏膜特征综合判断 *HP* 感染状态。

资料与方法

一、研究对象

本研究采用病例对照研究设计,回顾性收集 2020 年 1 月—2021 年 3 月在武汉大学人民医院消化内镜中心接受胃镜检查且同时间段行 ^{13}C 呼气试验的 1 365 例受检者资料,其中 ^{13}C 呼气试验阳性为病例组, ^{13}C 呼气试验阴性为对照组。排除既往有或内镜检查过程中发现胃癌(5 例),胃溃疡(64 例),胃大部切除术后(7 例),胃黏膜下肿瘤(35 例)的患者。此外,排除了资料不完整(144 例),图像数量不足(19 例)和通过电话随访有 *HP* 根除治疗史并杀菌成功(58 例)的患者。本研究最终纳入 1 033 例患者,并将其以 8:1:1 的比例随机分配到训练集、验证集和测试集,详见表 1。训练集、验证集和测试集的数据完全不重合,以确保结果的泛化性。该研究获得了武汉大学人民医院伦理委员会的批准(WDRY2019-K094),对于回顾性收集的资料,伦理委员会豁免了知情同意。 ^{13}C 呼气试验阳性定义为 *HP* 感染。

表 1 纳入研究的幽门螺杆菌(*HP*)阳性或阴性病例数量及数据集分配(例)

<i>HP</i> 感染状态	训练集	验证集	测试集	合计
阳性	382	55	48	485
阴性	444	49	55	548

二、研究方法

1. 图像处理:由两名经验丰富的内镜医师根据《京都胃炎分类》^[8]从 1 033 例患者的胃镜图像中独立筛选出具有提示 *HP* 阳性特征(结节样改变、萎缩、肠上皮化生、黄斑瘤、黏膜肿胀、皱襞肿大蛇形、黏液白浊、弥漫性发红、点状发红和增生性息肉)和提示 *HP* 阴性特征(规则排列的集合小静脉、脊状发红、血痂附着、胃底腺息肉、隆起型糜烂和白色扁平

隆起)的典型图像(图 1、2)。去除食管、十二指肠图片及质量欠佳图片(即模糊、黏液过多、食物残渣、出血、充气不足的图像)。其中,增生性息肉图像数量过少,未用于模型训练。鉴于胃镜图像中多种特征共存或者特征相似的问题,本研究在构建模型时将黏膜肿胀、皱襞肿大蛇形和黏液白浊合为一类,弥漫性发红和点状发红合为一类,结节样改变、萎缩、肠上皮化生和黄斑瘤分别作为一类,提示 *HP* 阴性的黏膜特征合为一类作为阴性对照。将各类图像按照大约 8:1:1 的比例随机分配到训练集、验证集和测试集,鉴于各类特征的图像数量较少且不平衡,本研究进行了样本增强(对选定的图像进行旋转、平移、缩放、随机裁切等操作)和类别权重的平衡以扩大样本量和均衡数据。详见表 2。

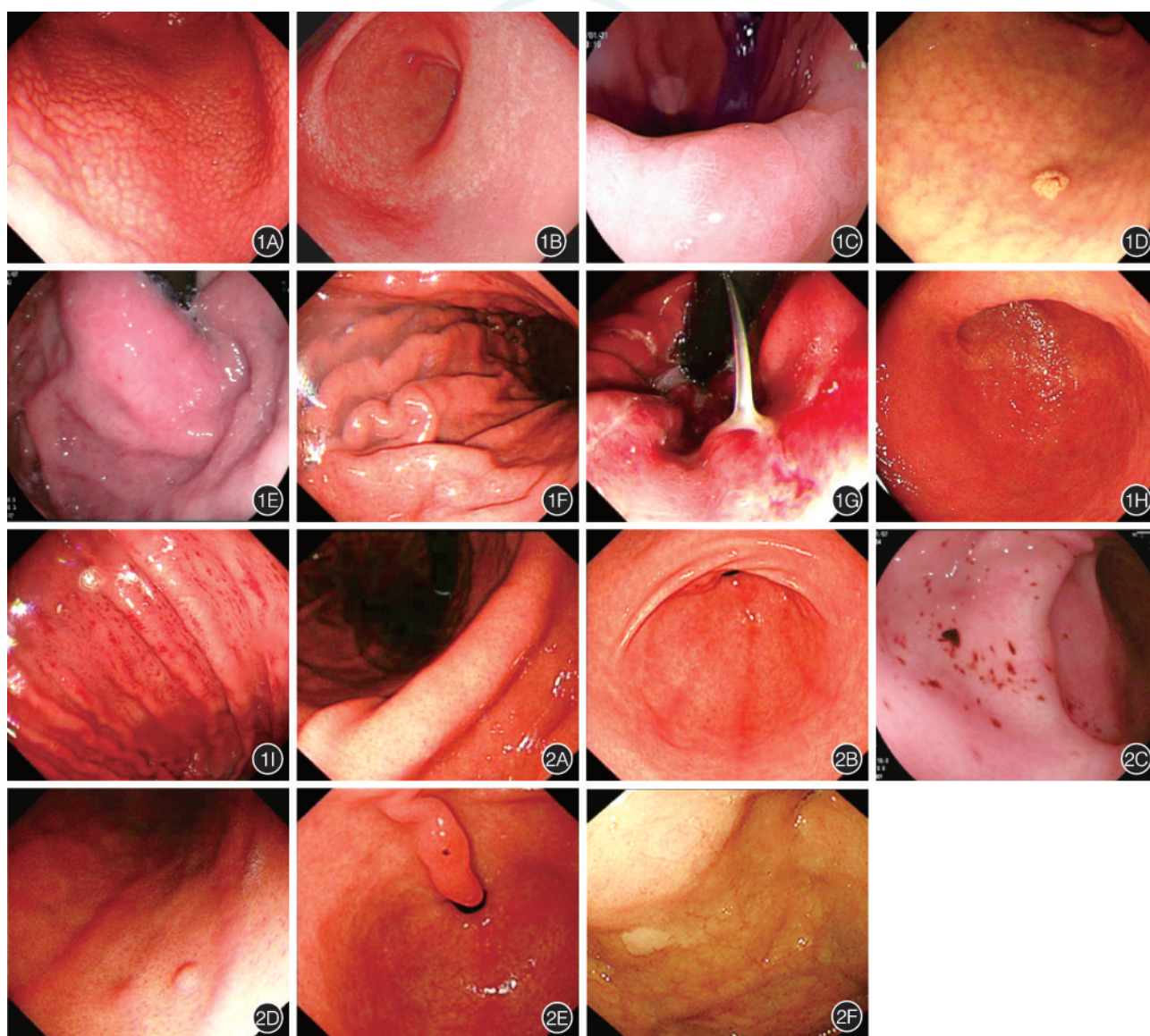


图 1 幽门螺杆菌阳性特征代表性胃镜图像 1A:结节样改变;1B:萎缩;1C:肠上皮化生;1D:黄斑瘤;1E:黏膜肿胀;1F:皱襞肿大蛇形;1G:黏液白浊;1H:弥漫性发红;1I:点状发红 **图 2** 幽门螺杆菌阴性特征代表性胃镜图像 2A:规则排列的集合小静脉丛;2B:脊状发红;2C:血痂附着;2D:胃底腺息肉;2E:隆起型糜烂;2F:白色扁平隆起

表 2 纳入研究的各类黏膜特征图像数量及数据集分配(张)

黏膜特征	训练集	验证集	测试集	合计
结节样改变	132	16	16	164
萎缩	896	112	112	1 120
肠上皮化生	404	50	50	504
黄斑瘤	199	25	25	249
弥漫性发红+点状发红	484	60	60	604
黏膜肿胀+皱襞肿大蛇形+黏液白浊	2 372	297	297	2 966
幽门螺杆菌阴性特征	338	42	42	422

2. 模型训练:本研究中涉及的框架为 Keras 框架,涉及的模型为 ResNet-50 模型和长短期记忆网络(long short-term memory network, LSTM)模型。首先,将分类好的包含各类黏膜特征的训练集和验证集胃镜图像输入基于 Keras 框架的 ResNet-50 模型进行 7 分类卷积神经网络(convolutional neural network, CNN)模型训练,用于识别 *HP* 阳性和 *HP* 阴性的黏膜特征。然后,在 ResNet-50 模型基础上加入 LSTM 模型,并使用以案例为单位的 *HP* 阳性及 *HP* 阴性病例的胃镜图像进行 CNN-LSTM 模型训练。其中, CNN 模型可以识别并提取黏膜表面特征,生成特征向量,而 LSTM 模型可以接收这些特征向量,并进行整合以综合判断 *HP* 感染状态。

3. 模型测试:将准备好的包含各类黏膜特征的测试集胃镜图像输入到上述训练好的 7 分类 CNN 模型中,以测试模型识别各类黏膜特征的准确率。将准备好的 *HP* 阳性及 *HP* 阴性病例测试集的胃镜图像输入上述训练好的 CNN-LSTM 模型进行验证,并测试模型预测 *HP* 感染的灵敏度、特异度和准确率。

三、统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。服从正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 *t* 检验,计数资料以例(%)表示,组间比较使用 χ^2 检验。绘制受试者工作特征曲线,并计算曲线下面积。 $P < 0.05$ (双侧)为差异有统计学意义。

结 果

一、患者特征

纳入的 1 033 例受检者中,485 例(47.0%)患者 *HP* 阳性,548 例(53.0%)患者 *HP* 阴性,年龄分别为(46.36±13.81)岁和(45.64±14.50)岁,组间差异无统计学意义($t=0.82$, $P=0.411$)。在 473 例(45.8%)

男性患者中,有 208 例(44.0%)被诊断为 *HP* 阳性,在 560 例(54.2%)女性患者中,有 277 例(49.5%)被诊断为 *HP* 阳性,两组之间差异无统计学意义($\chi^2=3.10$, $P=0.078$)。

二、识别黏膜特征的模型测试结果

在图像测试集中,7 分类 CNN 模型识别黏膜特征的总体准确率为 79.1%(476/602),其识别结节样改变、萎缩、肠上皮化生、黄斑瘤、弥漫性发红+点状发红、黏膜肿胀+皱襞肿大蛇形+黏液白浊和 *HP* 阴性特征的准确率分别为 87.5%(14/16)、74.1%(83/112)、90.0%(45/50)、88.0%(22/25)、63.3%(38/60)、80.1%(238/297)和 85.7%(36/42)。其中,在识别错误的图像中,有 51.6%(65/126)的图像同时包含 2 种及以上特征。

三、识别 *HP* 感染的模型测试结果

在病例测试集中,将 CNN-LSTM 模型应用于每例患者的胃镜图像中,其识别 *HP* 感染的灵敏度、特异度、准确率和曲线下面积分别为 89.6%(43/48)、61.8%(34/55)、74.8%(77/103)和 0.757。该模型白光下诊断 *HP* 感染的准确率与文献报道的内镜医师准确率(72.1%^[15])相比差异无统计学意义($\chi^2=0.246$, $P=0.620$)。其中,在识别错误的 21 例 *HP* 阴性病例中,含有萎缩、肠上皮化生、皱襞肿大蛇形、黏膜肿胀、黏液白浊和发红的病例数量分别为 9 例、5 例、14 例、7 例、11 例和 5 例。

讨 论

HP 感染与胃黏膜的高风险病变及胃癌的发生密切相关,且 *HP* 感染的存在使得胃黏膜恶性病变表面特征及边缘更难以识别,因此,寻找一种内镜下识别 *HP* 感染的方法至关重要。本研究开发了一种结合深度学习 CNN 模型和 LSTM 模型的新的计算机辅助决策支持系统,在识别 *HP* 阳性和 *HP* 阴性黏膜特征的基础上对各类特征进行整合,以综合判断 *HP* 感染状态。其中,7 分类 CNN 模型识别各类黏膜特征的总体准确率为 79.1%,各类黏膜特征的独立准确率为 63.3%~90.0%。CNN-LSTM 模型识别 *HP* 感染的灵敏度、特异度、准确率和曲线下面积分别为 89.6%、61.8%、74.8% 和 0.757,其诊断准确率与内镜医师相当。

随着技术的发展,人工智能在计算机辅助诊断、放射组学和医学影像分析等方面的应用迅速普及^[16]。在胃肠镜检查过程中,深度学习已被证实可

用于结肠息肉的检出^[17],胃癌深度的评估^[18],食管肿瘤良恶性的区分^[19]。本研究中采用的 CNN 模型可通过组合低层特征形成更加抽象地表示属性类别的高层特征,具有卓越的图像特征提取、识别功能。LSTM 是一种特殊循环神经网络,可以对输入特征向量储存,学习长期的规律,并通过对各种特征进行拟合,以综合判断输入的信息。鉴于《京都胃炎分类》评估 HP 感染的有效性得到了充分的验证^[8-9],我们假设 CNN-LSTM 模型基于《京都胃炎分类》总结的黏膜特征可以评估 HP 感染。

本研究中, CNN-LSTM 模型识别 HP 感染的灵敏度为 89.6%,这与先前的研究一致。例如, Itoh 等^[20]开发的 CNN 模型检测 HP 感染的灵敏度为 86.7%; Shichijo 等^[21]基于胃的 8 个解剖部位开发的 CNN 模型识别 HP 感染的灵敏度为 88.9%。然而,这两项研究都使用了 HP 血清学抗体作为参考标准,这在临床实践中并不推荐。而¹³C 呼气试验检测 HP 感染具有更高的灵敏度(94%~96%)和特异度(90%~93%)^[22-23],因此,使用¹³C 呼气试验作为 HP 感染的参考标准具有更高的准确率。本研究中模型识别 HP 感染的特异度较低(61.8%)。然而,在识别错误的 HP 阴性病例中,大多数案例含有萎缩、肠上皮化生、皱襞肿大蛇形、黏膜肿胀、黏液白浊和发红等提示 HP 感染的黏膜特征。鉴于萎缩、肠上皮化生、皱襞肿大蛇形和发红等特征与胃癌的发生密切相关^[24],且皱襞肿大蛇形、黏膜肿胀、黏液白浊和发红等可作为 HP 感染胃黏膜的炎症表现^[25],我们认为对胃镜检查过程中发现这些黏膜特征的患者进行 HP 检测是十分必要的。此外,我们无法排除 HP 阴性患者中存在 HP 自然根除或由于使用抗生素治疗其他疾病时意外根除 HP 的患者。

内镜医师白光下诊断 HP 感染多基于黏膜肿胀、皱襞肿大蛇形、黏液白浊和弥漫性发红等特征^[25-26],但这些特征单独作为诊断 HP 感染的指标并不推荐应用于临床,且受主观因素的影响较大。本研究应用深度学习技术,基于《京都胃炎分类》将提示 HP 阳性和提示 HP 阴性的黏膜特征结合起来,综合判断 HP 感染,其诊断准确率为 74.8%,与内镜医师白光下诊断 HP 感染的准确率相当。因此,我们认为本研究中开发的评估 HP 感染的模型对新手医师具有一定的指导意义。

综上所述,本研究开发了一种新的基于胃镜图像的人工智能辅助诊断系统,以评估 HP 感染,获得了较高的灵敏度和准确度,对新手医师白光下评估

HP 感染具有一定的指导意义。但本研究仍具有一定的局限性。本研究中纳入的样本量较少,需要后期加大样本量,或许能获得更高的准确率。此外,本研究为单中心回顾性研究,仍需要多中心、前瞻性研究进一步开发应用范围更广、准确率更高的计算辅助决策支持系统。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 张梦娇: 酝酿和设计试验, 实施研究, 采集数据, 分析、解释数据, 起草文章, 统计分析; 吴练练: 酝酿和设计试验, 对文章的知识性内容做批评性审阅; 邢达奇: 酝酿和设计试验, 实施研究; 董泽华、朱益洁: 收集数据, 实施研究; 胡珊: 实施研究, 对文章的知识性内容做批评性审阅; 于红刚: 对文章的知识性内容做批评性审阅, 获取研究经费, 行政、技术或材料支持, 指导、支持性贡献

参 考 文 献

- [1] Lee YC, Chiang TH, Chou CK, et al. Association between *Helicobacter pylori* eradication and gastric cancer incidence: a systematic review and meta-analysis[J]. *Gastroenterology*, 2016, 150(5): 1113-1124. e5. DOI: 10.1053/j.gastro.2016.01.028.
- [2] Hooi J, Lai WY, Ng WK, et al. Global prevalence of *Helicobacter pylori* infection: systematic review and meta-analysis[J]. *Gastroenterology*, 2017, 153(2): 420-429. DOI: 10.1053/j.gastro.2017.04.022.
- [3] Kishikawa H, Ojima K, Nakamura K, et al. Previous *Helicobacter pylori* infection-induced atrophic gastritis: a distinct disease entity in an understudied population without a history of eradication[J]. *Helicobacter*, 2020, 25(1): e12669. DOI: 10.1111/hel.12669.
- [4] Ono S, Kato M, Suzuki M, et al. Frequency of *Helicobacter pylori* -negative gastric cancer and gastric mucosal atrophy in a Japanese endoscopic submucosal dissection series including histological, endoscopic and serological atrophy[J]. *Digestion*, 2012, 86(1): 59-65. DOI: 10.1159/000339176.
- [5] Fukase K, Kato M, Kikuchi S, et al. Effect of eradication of *Helicobacter pylori* on incidence of metachronous gastric carcinoma after endoscopic resection of early gastric cancer: an open-label, randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2008, 372(9636): 392-397. DOI: 10.1016/S0140-6736(08)61159-9.
- [6] Kodama M, Okimoto T, Mizukami K, et al. Endoscopic and immunohistochemical characteristics of gastric cancer with versus without *Helicobacter pylori* eradication[J]. *Digestion*, 2018, 97(4): 288-297. DOI: 10.1159/000485504.
- [7] Pasechnikov V, Chukov S, Fedorov E, et al. Gastric cancer: prevention, screening and early diagnosis[J]. *World J Gastroenterol*, 2014, 20(38): 13842-13862. DOI: 10.3748/wjg.v20.i38.13842.
- [8] Kamada T, Haruma K, Inoue K, et al. *Helicobacter pylori* infection and endoscopic gastritis—Kyoto classification of gastritis[J]. *Nihon Shokakibyo Gakkai Zasshi*, 2015, 112(6): 982-993. DOI: 10.11405/nisshoshi.112.982.
- [9] Zhao J, Xu S, Gao Y, et al. Accuracy of endoscopic diagnosis of *Helicobacter pylori* based on the Kyoto classification of gastritis: a multicenter study[J]. *Front Oncol*, 2020, 10: 599218. DOI: 10.3389/fonc.2020.599218.
- [10] Wu J, Chen J, Cai J. Application of artificial intelligence in

- gastrointestinal endoscopy[J]. J Clin Gastroenterol, 2021,55(2): 110-120. DOI: 10.1097/MCG.0000000000001423.
- [11] Wu L, He X, Liu M, et al. Evaluation of the effects of an artificial intelligence system on endoscopy quality and preliminary testing of its performance in detecting early gastric cancer: a randomized controlled trial[J]. Endoscopy, 2021,53(12):1199-1207. DOI: 10.1055/a-1350-5583.
- [12] 黄丽, 李艳霞, 吴练练, 等. 基于深度学习的良恶性胃溃疡人工智能辅助诊断系统研究[J]. 中华消化内镜杂志, 2020, 37(7): 476-480. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20200105-00547.
- [13] 李素琴, 吴练练, 宫德馨, 等. 基于 YOLO 算法和 ResNet 深度卷积神经网络的结肠息肉检测(含视频)[J]. 中华消化内镜杂志, 2020, 37(8): 584-590. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20200415-00258.
- [14] 徐铭, 姚理文, 胡珊, 等. 基于深度学习的消化内镜检查辅助质量控制系统研究(含视频)[J]. 中华消化内镜杂志, 2021, 38(2): 107-114. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20200611-00172.
- [15] Wang L, Lin XC, Li HL, et al. Clinical significance and influencing factors of linked color imaging technique in real-time diagnosis of active *Helicobacter pylori* infection[J]. Chin Med J (Engl), 2019, 132(20): 2395-2401. DOI: 10.1097/CM9.0000000000000486.
- [16] Suzuki K. Overview of deep learning in medical imaging[J]. Radiol Phys Technol, 2017, 10(3): 257-273. DOI: 10.1007/s12194-017-0406-5.
- [17] Urban G, Tripathi P, Alkayali T, et al. Deep learning localizes and identifies polyps in real time with 96% accuracy in screening colonoscopy[J]. Gastroenterology, 2018, 155(4): 1069-1078.e8. DOI: 10.1053/j.gastro.2018.06.037.
- [18] Zhu Y, Wang QC, Xu MD, et al. Application of convolutional neural network in the diagnosis of the invasion depth of gastric cancer based on conventional endoscopy[J]. Gastrointest Endosc, 2019, 89(4): 806-815. e1. DOI: 10.1016/j.gie.2018.11.011.
- [19] Kumagai Y, Takubo K, Kawada K, et al. Diagnosis using deep-learning artificial intelligence based on the endocytoscopic observation of the esophagus[J]. Esophagus, 2019, 16(2):180-187. DOI: 10.1007/s10388-018-0651-7.
- [20] Itoh T, Kawahira H, Nakashima H, et al. Deep learning analyzes *Helicobacter pylori* infection by upper gastrointestinal endoscopy images[J]. Endosc Int Open, 2018, 6(2):E139-E144. DOI: 10.1055/s-0043-120830.
- [21] Shichijo S, Nomura S, Aoyama K, et al. Application of convolutional neural networks in the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection based on endoscopic images[J]. EBioMedicine, 2017, 25:106-111. DOI: 10.1016/j.ebiom.2017.10.014.
- [22] Best LM, Takwoingi Y, Siddique S, et al. Non-invasive diagnostic tests for *Helicobacter pylori* infection[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 3(3): CD012080. DOI: 10.1002/14651858.CD012080.pub2.
- [23] Ferwana M, Abdulmajeed I, Alhajiahmed A, et al. Accuracy of urea breath test in *Helicobacter pylori* infection: meta-analysis [J]. World J Gastroenterol, 2015, 21(4): 1305-1314. DOI: 10.3748/wjg.v21.i4.1305.
- [24] Sugimoto M, Ban H, Ichikawa H, et al. Efficacy of the Kyoto classification of gastritis in identifying patients at high risk for gastric cancer[J]. Intern Med, 2017, 56(6): 579-586. DOI: 10.2169/internalmedicine.56.7775.
- [25] Yoshii S, Mabe K, Watano K, et al. Validity of endoscopic features for the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection status based on the Kyoto classification of gastritis[J]. Dig Endosc, 2020, 32(1):74-83. DOI: 10.1111/den.13486.
- [26] 杜会卿, 马翠华, 陈红玉, 等. 不同幽门螺旋杆菌感染状态胃镜下黏膜特点分析[J]. 中华胃肠内镜电子杂志, 2019, 6(4): 163-171. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-7157.2019.04.004.

• 读者 • 作者 • 编者 •

《中华消化内镜杂志》2023 年征订启事

《中华消化内镜杂志》为月刊, 全年 12 期, 订价 25 元/册, 全年 300 元。

• 微信订阅:

关注微信公众号“消化内镜资讯”(微信号“xhnjxw”), 点击菜单栏“订阅投稿”中的“杂志订阅”

或直接扫描右侧二维码, 加任何一位编辑的企业微信号联系订阅

• 网站订阅: 登录中华消化内镜杂志网站(<http://www.zhxnjzz.com>), 首页“期刊订阅”

• 邮局订阅: 邮发代号 28-105



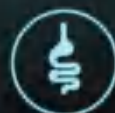
检查消化道疾病的“电子眼”

MiroCam[®] 胶囊内镜



10.8x24.5mm

尺寸小 易吞服



人体通信技术

传输免受干扰保密性好



170°宽视角

多视野拍摄图像



6帧/秒

拍摄速度快



工作12小时以上

电量持久



有效期长

24个月



食道



胃



小肠



大肠

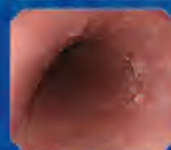




Beyond Imagination

-超越想象

电子上消化道内镜 GIF-H290EC



常规观察



EC观察*

电子结肠内镜 CF-H290ECI



常规观察



放大观察



EC观察*

奥林巴斯内镜技术步入全新领域。

520倍光学放大, 实现对生命体内细胞的内镜观察。

高倍率、高精度图像, 为提高内镜诊断精度做出贡献。

EC观察*作为新的诊断模式, 为内镜诊断开拓全新视野。

奥林巴斯(北京)销售服务有限公司

北京总部: 北京市朝阳区新源南路1-3号平安国际金融中心A座8层
代表电话: 010-58199000

本资料仅供医学专业人士阅读。
禁忌内容或注意事项详见说明书。
所有类比如基于本公司产品, 特此说明。
规格、设计及附件如有变更, 请以产品注册信息为准。

* EC观察, 指使用EC内镜(Olympus Endocopyto)进行的细胞观察。
电子上消化道内镜 国械注进20203000483
电子结肠内镜 国械注进20203000482
沪械广审(文)第251116-10007号
AD0067SV V01-2103